



ANGGA SEPTIYANTO &lt;anggatm@mail.unnes.ac.id&gt;

---

**[JP] Submission Acknowledgement**

1 message

---

**Asroful Abidin** <jurnal@unmuhjember.ac.id>  
To: Angga Septiyanto <anggatm@mail.unnes.ac.id>

Fri, Mar 15, 2024 at 2:20 PM

Angga Septiyanto:

Thank you for submitting the manuscript, "Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan" to J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <http://ejurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Proteksion/authorDashboard/submission/1675>  
Username: anggatm

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Asroful Abidin

---

[J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin](#)

---

**[JP] Editor Decision**

1 message

**Asroful Abidin** <jurnal@unmuhjember.ac.id>

Sun, Jul 7, 2024 at 11:37 AM

To: Angga Septiyanto <anggatm@mail.unnes.ac.id>, Ahmad Roziqin <ar\_unnes@mail.unnes.ac.id>, Sudyono <sudyono.tmesin@mail.unnes.ac.id>, Ahmad Kholilur Rohman <ahmadkholil@students.unnes.ac.id>, Siti Fatimah <fatimah24@students.unnes.ac.id>

Angga Septiyanto, Ahmad Roziqin, Sudyono, Ahmad Kholilur Rohman, Siti Fatimah:

We have reached a decision regarding your submission to J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin, "Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan".

Our decision is: Revisions Required

---

[J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin](#)

---

**2 attachments**

**C-jp-review-assignment-1675-Article+Text-6695(1)nam.docx**  
511K



**B-jp-review-assignment-1675-Article+Text-6695(1).docx**  
511K



## Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan

*(The Effectiveness of Activation Temperature of Coconut Shell Charcoal on the Quality of Vehicle Exhaust Gas Emissions)*

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui temperatur yang optimal dalam mengaktivasi arang tempurung kelapa; serta untuk mengetahui kualitas emisi gas buang kendaraan ketika menggunakan arang tempurung kelapa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan penurunan nilai emisi CO jika dibandingkan dengan emisi CO yang dihasilkan knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa. Efisiensi penurunan paling tinggi sebesar 42,3% yang diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada temperatur aktivasi 950°C. Emisi HC juga mengalami penurunan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan tertinggi terjadi pada penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C yaitu sebesar 86,5% dibandingkan tanpa menggunakan karbon aktif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C, mempunyai efektifitas penyerapan yang paling baik jika dibandingkan dengan karbon tempurung kelapa yang diaktivasi pada temperatur 750°C dan 850°C.

**Kata Kunci:** Emisi; Karbon aktif; Tempurung Kelapa

**Commented [WU1]:** Abstrak,,perlu direvisi. Silahkan mencari referensi terkait cara membuat abstrak, sistematika abstrak

### Abstract

*The objective of this research is to determine the optimal temperature for activating coconut shell charcoal and to evaluate the quality of vehicle exhaust emissions when using coconut shell charcoal. The research results indicate that the use of activated carbon from coconut shells leads to a decrease in CO emissions compared to emissions from exhaust pipes without coconut shell activated carbon. The highest reduction efficiency, at 42.3%, was achieved when using coconut shell activated carbon at an activation temperature of 950°C. HC emissions also decreased when using coconut shell activated carbon. The highest reduction occurred when using coconut shell activated carbon with an activation temperature of 950°C, showing an 86.5% decrease compared to not using activated carbon. Therefore, it can be concluded that coconut shell activated carbon with an activation temperature of 950°C exhibits the most effective absorption compared to coconut shell carbon activated at temperatures of 750°C and 850°C.*

**Keywords:** emissions; activated carbon; Coconut Shell

### PENDAHULUAN

Kendaraan di Indonesia mengalami kenaikan setiap tahunnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan jumlah kendaraan bermotor pada akhir tahun 2021 sejumlah 143.797.227 unit, yang terdiri dari mobil

penumpang, bus, truck dan sepeda motor, jumlah tersebut meningkat dari 5,63% dari tahun sebelumnya. Sepeda motor menjadi penyumbang terbesar dari total populasi kendaraan bermotor, yaitu sebesar 84,29%. [1]. Peningkatan jumlah kendaraan berakibat pada kemacetan dan peningkatan kadar polusi udara. Bertambahnya jumlah

polusi udara secara terus menerus akan membahayakan bagi kehidupan manusia, dan juga lingkungan

Emisi yang keluar dari sebuah kendaraan mempunyai kandungan zat yang berbahaya, jika kondisi tersebut tidak diperhatikan dapat memperburuk kondisi lingkungan dan mengancam kesehatan manusia. Dalam residu pembakaran campuran bahan bakar dan udara, terdapat beberapa senyawa yang patut diperhatikan, seperti Hidrokarbon (HC), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), dan Timbal (Pb). Hampir semua senyawa ini bersifat berbahaya apabila melebihi batas ambang emisi yang ditetapkan untuk udara. [2]. Gas buang kendaraan bermotor yang berbahaya diantaranya adalah CO (karbon monoksida) dan HC (Hidrokarbon) yang apabila terhirup oleh manusia dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan kematian [3]. Selain menghasilkan gas buang seperti CO, NO<sub>x</sub>, dan Partikulat Matter (PM) yang berbahaya bagi manusia, proses pembakaran juga menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang dianggap sebagai pemicu terjadinya pemanasan global [4].

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengurangi polusi udara yang berbahaya dari kendaraan, yaitu dengan membuat regulasi pembatasan kendaraan bermotor, penggunaan bahan bakar yang berkualitas, dan mengendalikan gas buang kendaraan yang keluar setelah proses pembakaran (*after treatment*). Metode *after treatment* merupakan salah satu metode untuk mengendalikan polusi udara dengan cara memberi perlakuan kepada gas buang hasil pembakaran yang keluar dari *exhaust valve*. Gas buang yang keluar dari pembakaran akan diberikan perlakuan tertentu sesuai dengan metode yang digunakan agar kandungan gas yang berbahaya menjadi berkurang.

Salah satu perlakuan terhadap gas buang yang berbahaya adalah dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah menempelnya suatu fluida (gas/cair) pada suatu padatan/cairan yang sering disebut dengan zat penyerap/adsorben [5]. *Adsorben* (zat penyerap) dapat berpotensi untuk menyerap gas buang berbahaya yang keluar dari mesin. Salah satu jenis adsorben yang dikenal mempunyai kemampuan baik dalam mengadsorpsi gas adalah karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung karbon, baik dari sumber nabati, hewani, maupun barang tambang [6]. Pembuatan karbon aktif umumnya melibatkan tiga tahapan utama: dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. [7].

Bahan nabati yang mempunyai nilai karbon tinggi salah satunya adalah tempurung kelapa, selain itu tempurung kelapa juga mempunyai kadar abu yang rendah, sehingga cocok untuk dijadikan sebagai karbon aktif [8]. Selain itu cangkang sawit dapat digunakan sebagai karbon aktif dan mempunyai karakteristik terbaik pada temperatur karbonisasi 500°C selama 2 jam dan

temperatur aktivasi 750°C selama 2 jam [9]. Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan beberapa tahapan proses, yaitu dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi [6]. Kualitas dari karbon aktif tergantung dari beberapa tahapan tersebut. Semakin besar pori-pori permukaan karbon aktif semakin tinggi daya serap terhadap bahan gas atau cair. Luas permukaan dan porositas dari karbon aktif tergantung dari proses aktivasi dan suhu karbonasi [10], [11], Arang aktif dengan aktivasi fisika diperoleh rendemen sebesar 86,7%, kadar abu 8,46%, kadar air 6,0%, kadar zat mudah menguap 37,12% dan daya serap iodium sebesar 755,32 mg/g. Sedangkan arang aktif dengan aktivasi kimia menghasilkan rendemen sebesar 63,7%, kadar abu 0,75%, kadar air 3,6%, kadar zat mudah menguap 35,06%, dan daya serap iodium sebesar 317,25 mg/g [12]

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas emisi gas buang kendaraan (CO dan HC) dengan dan tanpa karbon aktif tempurung kelapa, selain itu untuk mengetahui temperature yang optimal dalam mengaktivasi karbon aktif tempurung kelapa sebagai adsorben emisi gas buang.

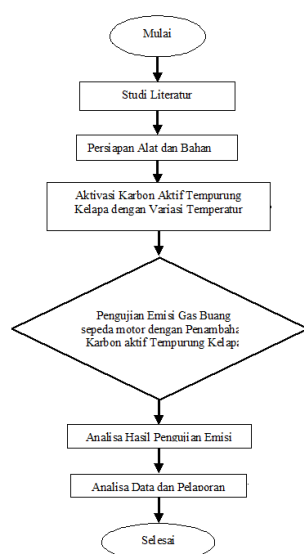
#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menguji tingkat keefektifan dari karbon aktif berbahan tempurung kelapa yang telah diaktifasi dalam mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor. Aktivasi terhadap karbon tempurung kelapa yang dilakukan yaitu dengan memvariasikan temperatur aktivasi 750 °C; 850 °C; dan 950 °C. Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti ditunjukkan diagram alur penelitian pada gambar 1.

**Commented [WU2]:** Kata kualitas, bias diganti kadar emisi gas buang kendaraan

**Commented [WU3]:** Kalimatnya bisa dibaca ulang,,Buat kalimat yang baik.

**Commented [WU4]:** Silahkan diperbaiki Metode Penelitiannya  
1. Jumlah bahan penelitian, blm ada dalam (gr).  
2. Holding time, aktivasi material blm ada, cm ada suhu furnace yg digunakan  
3. Analisis karakteristik karbon aktif belum ada. semisal uji proksimat.  
4. Uji kadar karbon, seharusnya menggunakan standar UERO brp., Sebagai acuan hasil uji gas emisi, bkn dari referensi jurnal...  
5. Ukuran cetakan dan berat sampel belum muncul.,  
6. Buatlah ringkasan dalam bentuk tabel, terkait variable penelitian, supaya pembaca lebih mudah memahami



Gambar 1. Diagram Alur penelitian

Studi literatur membahas tentang hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dan perumusan kebaruan penelitian. Proses penyiapan alat dan bahan yang dilakukan adalah menyiapkan bahan tempurung kelapa untuk dijadikan arang. Selanjutnya peralatan yang digunakan adalah dapur tungku untuk mengkarbonkan dan mengaktivasi arang tempurung kelapa, peralatan lain yaitu alat uji emisi untuk menguji emisi *gasoline engine*. Proses aktivasi karbon tempurung kelapa dilakukan dengan memanaskan dalam tungku pemanas dengan variasi temperatur. Selanjutnya akan dilakukan analisis karakteristik dari karbon aktif tempurung kelapa. Pengujian gas buang kendaraan diawali dengan menyiapkan karbon aktif untuk dicetak dan diseting agar dapat masuk ke dalam knalpot. Setelah itu karbon tempurung kelapa yang telah diaktivasi dengan variasi temperatur, dimasukkan ke dalam knalpot dan diuji kemampuan dalam mengabsorpsi gas buang kendaraan bermotor dengan cara pengujian emisi. Analisa data dan pelaporan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan karbon aktif yang telah dibuat. Kemudian dilakukan perbandingan hasil dengan hasil penelitian sebelumnya dan beberapa artikel referensi.

Karbon aktif tempurung kelapa setelah dilakukan aktivasi dengan variasi temperatur, akan dicetak agar dapat dimasukkan di dalam knalpot dengan mudah dan tidak dalam bentuk serbuk. Kemudian gas buang yang melewati karbon aktif dan keluar dari knalpot akan diukur menggunakan alat gas analyzer untuk mengetahui kandungan emisi CO, HC, dan CO<sub>2</sub> yang terdapat pada gas

buang. Setiap sampel karbon aktif dengan variasi temperatur aktivasi akan diuji secara bergantian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan karbon aktif yang telah diaktivasi dengan variasi temperatur, dalam mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor. Teknis dalam pengambilan data emisi gas buang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada *experimental set up* pada gambar 2.



Gambar 2. *Experimental set up*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa

Tahapan awal kegiatan penelitian yang dilakukan adalah melakukan proses aktivasi arang karbon tempurung kelapa. Aktivasi karbon yang dilakukan adalah secara fisika, yaitu dengan cara memanaskan karbon arang tempurung kelapa dan penambahan zat activator. Hal ini dilakukan untuk merubah porositas dari karbon tempurung kelapa, dan melihat perbedaannya pada setiap perubahan temperature aktivasi.

Proses aktivasi karbon tempurung kelapa dilakukan dengan memasukkan dalam wadah besi yang dibuat khusus sebelum dipanaskan dengan mesin furnace. Hal ini bertujuan agar dalam proses aktivasi arang karbon tempurung kelapa tidak terbakar secara langsung dalam mesin *furnace*. Karbon dari tempurung kelapa juga dihitung berapa berat sebelum dilakukan pemanasan dan juga setelah pemanasan, sehingga diketahui berapa arang yang terbakar ketika proses aktivasi dengan variasi temperatur, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran berat arang tempurung kelapa

Pada proses aktivasi karbon tempurung kelapa, arang karbon yang telah ditimbang dan dimasukkan ke dalam wadah besi ditutup dengan rapat sebelum dimasukkan ke dalam furnace. Proses aktivasi di dalam furnace di set dengan 3 variasi temperature, yaitu 750°C, 850°C, dan 950°C, yang dilakukan secara bergantian dengan arang karbon yang juga berbeda. Proses pemanasan dilakukan

**Commented [WU5]:** Kalimatnya bias diganti...untuk bab metode penelitian, seharusnya sdh masuk ke metodemmtdk lg membahas studi literature.

selama 1 jam di dalam *furnace*, dan dengan pendinginan normal yaitu dibiarkan dingin dengan sendirinya, sehingga membutuhkan waktu selama 2 hari, untuk menunggu sampai arang karbon tempurung kelapa temperaturnya mencapai suhu ruangan

Arang karbon yang telah diaktifasi dengan temperatur 750°C, 850°C, 950°C kemudian dihancurkan sampai berbentuk serbuk. Setelah berbentuk serbuk, karbon aktif dari tempurung kelapa disaring dengan ayakan mesh 80, untuk memastikan agar ukuran serbuk seragam. Dari bentuk serbuk tersebut, karbon aktif dibentuk sesuai dengan ukuran yang ada di saluran knalpot. Ukuran dari karbon aktif menyesuaikan ukuran dari katalis pada knalpot, sehingga katalis yang ada pada knalpot akan dilepas dan digantikan dengan karbon aktif tempurung kelapa yang sudah dibentuk sesuai ukuran katalis seperti pada gambar 4. Karbon aktif yang telah dibentuk sesuai dengan ukuran katalis, dibuat sesuai dengan temperatur masing-masing, dan dalam pencampuran ditambahkan dengan zat perekat agar dapat dibentuk sesuai ukuran dan tidak menyebar terkena tekanan gas buang



Gambar 4. Knalpot dengan karbon aktif

#### Pengujian emisi kendaraan dengan karbon aktif tempurung kelapa

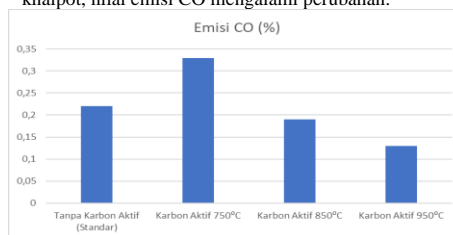
Pengambilan data emisi gas buang kendaraan dengan karbon aktif tempurung kelapa dilakukan pada kendaraan jenis sepeda motor, dengan jenis Honda Vario 125 tahun 2015 dengan sistem bahan bakar injeksi. Peralatan utama yang digunakan pada pengujian emisi adalah gas analyzer, dengan kondisi kendaraan pada saat pengujian adalah putaran stationer (*idle*). Pengujian emisi dilakukan untuk mengetahui kadar CO dan HC ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, yang akan dibandingkan dengan nilai emisi ketika tidak ada tambahan karbon aktif pada knalpot sepeda motor

##### a. Emisi Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Emisi karbon monoksida (CO) pada motor bakar dapat dikendalikan oleh rasio udara dan bahan bakar. Dalam mengendalikan emisi kendaraan, selain dengan memperbaiki kualitas pembakaran mesin, dapat juga dilakukan dengan memberikan perlakuan lanjut (*after treatment*) terhadap gas buang [13]. Penggunaan adsorben adalah satu pemberian perlakuan lanjut terhadap gas buang, yang mengembangkan reaksi kimia di dalam aliran gas buang. Pengambilan data emisi CO dilaksanakan sebanyak 3 kali pengulangan setiap sampel

karbon aktif tempurung kelapa. Berikut adalah hasil rata-rata 3 kali pengujian emisi CO dari sepeda motor dengan maupun tanpa karbon aktif tempurung kelapa.

Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, mempunyai pengaruh terhadap nilai emisi CO. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai CO sepeda motor ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon tempurung kelapa yang sudah diaktifasi. Hal ini terlihat apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pengujian CO yang diperoleh ketika menggunakan knalpot tanpa tambahan karbon aktif tempurung kelapa, yaitu sebesar 0,22 %. Dan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot, nilai emisi CO mengalami perubahan.



Gambar 5. Diagram Pengujian CO

Gambar 5. menunjukkan besarnya kadar CO yang terkandung dalam emisi gas buang yang dihasilkan pada setiap variasi temperature aktivasi karbon aktif tempurung kelapa. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot menghasilkan penurunan emisi CO tertinggi pada temperatur aktivasi 950°C dengan nilai rata-rata sebesar 0,13%. Apabila dibandingkan dengan hasil pengujian emisi CO pada knalpot standar tanpa penambahan karbon aktif, emisi CO mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 42,3% terhadap emisi knalpot standar. Sedangkan hasil emisi CO ketika menggunakan karbon aktif dengan temperatur aktivasi 750°C, kadar emisi CO mengalami peningkatan, yaitu sebesar 0,33%. Namun kenaikan nilai CO hanya terjadi pada temperature aktivasi 750°C, sedangkan pada variasi temperature aktivasi 850°C mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 15,2%

Dalam pengendalian emisi kendaraan, selain dengan memperbaiki kualitas pembakaran mesin, dapat juga dilakukan dengan memberikan perlakuan lanjut (*after treatment*) terhadap gas buang [13]. Penggunaan adsorben adalah satu pemberian perlakuan lanjut terhadap gas buang, yang mengembangkan reaksi kimia di dalam aliran gas buang. Penurunan emisi gas CO ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa, terjadi karena gas CO terperangkap dalam rongga atau pori-pori karbon aktif, semakin tinggi temperatur aktivasi maka menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin terbuka lebar[14].

##### b. Emisi Hidrokarbon (HC)

Emisi HC merupakan salah satu emisi gas buang yang berbahaya, dan dalam proses terbentuknya dipengaruhi oleh proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara dengan rasio tertentu. Emisi HC

**Commented [WU8]:** Seharusnya kontes isi bab hasil dan pembahasan ada,,uraian penulis dalam memaparkan hasil penelitiannya, bukan mengulang ke pendahuluan. Apa yang terjadi dari hasil penelitian, dibahas dan diperkuat dengan referensi dari jurnal atau sumber yg lain.

**Commented [WU9]:** Kalimat yang sebenarnya ada di pendahuluan, tdk perlu ada lagi di pembahasan,,tetapi membahas hasil, kenapa itu terjadi dan diperkuat dengan referensi dari penelitian terdahulu,,antara sebab akibat dari hasil penelitian.

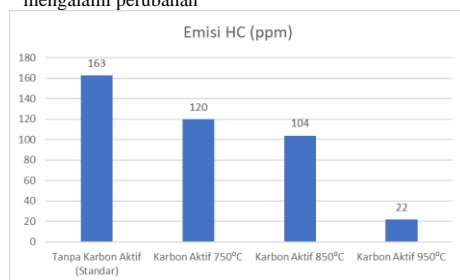
**Commented [WU6]:** Seharusnya ini masuk di bab Metode Penelitian,,bukan di Bab Hasil dan Pembahasan

**Commented [WU10]:** Seharusnya,,referensi yg lebih mendalam terkait sebab akibat adanya perubahan kadar, apa yg dibahas, maka dikuatkan pendapat penulis dengan jurnal penulis lainnya,

**Commented [WU7]:** Masuk dibab metode penelitian

berpengaruh terhadap efisiensi mesin, jika emisi HC pada proses pembakaran berkurang, maka dapat meningkatkan efisiensi mesin [15]. Pengambilan data emisi HC dilaksanakan sebanyak 3 kali pengulangan setiap sampel karbon aktif tempurung kelapa. Berikut adalah hasil rata-rata 3 kali pengujian emisi HC dari sepeda motor dengan maupun tanpa karbon aktif tempurung kelapa.

Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, mempunyai pengaruh terhadap nilai emisi HC. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai emisi HC sepeda motor ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon tempurung kelapa yang sudah diaktifasi. Hal ini terlihat pada nilai rata-rata pengujian HC yang diperoleh ketika menggunakan knalpot tanpa tambahan karbon aktif tempurung kelapa, yaitu sebesar 163 ppm. Dan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot, nilai emisi HC mengalami perubahan



Gambar 6. Diagram Pengujian HC

Hasil pengujian emisi HC pada gas buang kendaraan yang dihasilkan pada setiap variasi temperatur aktivasi karbon aktif, ditunjukkan pada gambar 6. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa menghasilkan penurunan emisi HC pada setiap variasi temperatur aktivasi karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan kadar emisi HC paling tinggi diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi temperature aktivasi 950°C, dengan nilai HC rata-rata sebesar 22 ppm. Apabila dibandingkan dengan emisi HC yang dihasilkan pada saat menggunakan knalpot tanpa karbon aktif, nilai emisi HC mengalami penurunan maksimum sebesar 86,5%. Pada semua penggunaan karbon aktif dengan variasi temperatur 750°C dan 850°C, hasil pengujian emisi HC juga menunjukkan penurunan kadar HC, yaitu sebesar 26,4% dan 36,2% jika dibandingkan dengan hasil pengujian emisi HC pada knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa

Penurunan emisi HC ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa, disebabkan karena dengan adanya karbon aktif tempurung kelapa emisi HC dapat teradsorpsi. Semakin tinggi temperature aktivasi dari karbon akan semakin memperluas rongga atau pori-pori karbon aktif. Sehingga ketika menggunakan knalpot yang ditambahkan dengan karbon tempurung kelapa yang telah diaktifasi dengan temperatur

yang semakin naik, nilai emisi HC mengalami penurunan. seperti yang dikemukakan oleh Febryanti [14] bahwa semakin tinggi temperatur aktivasi maka menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin terbuka lebar

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik UNNES yang telah memfasilitasi dan memberikan dana DIPA untuk melaksanakan penelitian ini, serta terima kasih kepada segenap civitas akademika Jurusan Teknik Mesin yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian.

#### PENUTUP

##### Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian, maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwa penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan penurunan nilai emisi CO jika dibandingkan dengan emisi CO yang dihasilkan dengan knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa. Dengan efisiensi penurunan paling tinggi sebesar 42,3% yang diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada temperature aktivasi 950°C. Nilai emisi HC mengalami penurunan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan tertinggi terjadi pada penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan temperature aktivasi 950°C yaitu sebesar 86,5% dibandingkan tanpa menggunakan karbon aktif. Karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C, mempunyai efektifitas penyerapan yang paling baik jika dibandingkan dengan karbon tempurung kelapa yang diaktifasi pada temperatur 750°C dan 850°C. Terlihat dari hasil penelitian menunjukkan nilai emisi CO dan HC mengalami prosentase penurunan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan tempurung pengaktifan karbon tempurung kelapa aktivasi yang lain.

#### Saran

Kemampuan adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa masih dilihat hanya emisi CO dan HC, perlu adanya pengujian hasil emisi NOx ketika menggunakan karbon aktif. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh bentuk karbon aktif di dalam knalpot terhadap kemampuan adsorpsi emisi gas buang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, *Statistik Indonesia (statistical yearbook of Indonesia) 2022*. Badan Pusat Statistik, 2022.
- [2] W. W. Pulkrabek, "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, 2013.
- [3] S. Machmud, "Analisis Pengaruh Tahun Perakitan Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan

Commented [WU11]: Referensi tidak mendukung pembahasan penulis,?

Commented [WU12]: Kesimpulan, untuk lebih ringkas, jelas dan padat.tdk ada pengulangan kata dalam satu kalimat.

- Bermotor,” *J. Mesin Nusant.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–29, 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i1.16038.
- [4] P. Lott and O. Deutschmann, “Lean-Burn Natural Gas Engines: Challenges and Concepts for an Efficient Exhaust Gas Aftertreatment System,” *Emiss. Control Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1007/s40825-020-00176-w.
- [5] A. Borhan, S. Thangamuthu, M. F. Taha, and A. N. Ramdan, “Development of activated carbon derived from banana peel for CO<sub>2</sub> removal,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1674, 2015, doi: 10.1063/1.4928819.
- [6] E. Kusdarini, A. Budianto, and D. Ghafarunnisa, “Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Kombinasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, Dan Termal,” *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.
- [7] K. Kinoshita, *Carbon: electrochemical and physicochemical properties*. John Wiley & Sons, 1988.
- [8] W. Widiyastuti, M. Fahrudin Rois, N. M. I. P. Suari, and H. Setyawan, “Activated carbon nanofibers derived from coconut shell charcoal for dye removal application,” *Adv. Powder Technol.*, vol. 31, no. 8, pp. 3267–3273, 2020, doi: 10.1016/j.apt.2020.06.012.
- [9] Ibrahim, A. Martin, and Nasruddin, “Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkag Sawit Dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave,” *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [10] K. Yang, J. Peng, C. Srinivasakannan, L. Zhang, H. Xia, and X. Duan, “Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 15, pp. 6163–6169, 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2010.03.001.
- [11] Y. Chen, L. J. Zhou, Y. Z. Hong, F. Cao, L. Li, and J. B. Li, “Preparation of high-surface-area activated carbon from coconut shell fibers,” *Xinxing Tan Cailiao/ New Carbon Mater.*, vol. 25, no. 2, pp. 151–155, 2010, doi: 10.1016/j.carbon.2010.03.059.
- [12] F. Aryani, “Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L),” *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 2, p. 16, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i2.44743.
- [13] S. Sanjaya and P. Kristanto, “Reduksi emisi gas buang pada motor bensin menggunakan serbuk tembaga dan batu apung,” *Tech. J.*, vol. 21, no. 5, pp. 1–7, 2018, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-mesin/article/view/6764>
- [14] A. Febryanti, A. W. Wahab, J. Kimia, J. Kimia, and U. H. Makassar, “Pemanfaatan karbon aktif sekam padi sebagai adsorben emisi gas buang pada sepeda motor 1,” pp. 107–117, 2013.
- [15] Y. Karagöz, T. Sandalci, L. Yüksek, and A. S. Dalkılıç, “Engine performance and emission effects of diesel burns enriched by hydrogen on different engine loads,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 40, no. 20, 2015, doi: 10.1016/j.ijhydene.2015.03.141.





## Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan

*(The Effectiveness of Activation Temperature of Coconut Shell Charcoal on the Quality of Vehicle Exhaust Gas Emissions)*

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui temperatur yang optimal dalam mengaktivasi arang tempurung kelapa; serta untuk mengetahui kualitas emisi gas buang kendaraan ketika menggunakan arang tempurung kelapa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan penurunan nilai emisi CO jika dibandingkan dengan emisi CO yang dihasilkan knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa. Efisiensi penurunan paling tinggi sebesar 42,3% yang diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada temperatur aktivasi 950°C. Emisi HC juga mengalami penurunan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan tertinggi terjadi pada penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C yaitu sebesar 86,5% dibandingkan tanpa menggunakan karbon aktif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C, mempunyai efektifitas penyerapan yang paling baik jika dibandingkan dengan karbon tempurung kelapa yang diaktivasi pada temperatur 750°C dan 850°C.

**Kata Kunci:** Emisi; Karbon aktif; Tempurung Kelapa

**Commented [WU1]:** Abstrak,,perlu direvisi. Silahkan mencari referensi terkait cara membuat abstrak, sistematika abstrak

### Abstract

*The objective of this research is to determine the optimal temperature for activating coconut shell charcoal and to evaluate the quality of vehicle exhaust emissions when using coconut shell charcoal. The research results indicate that the use of activated carbon from coconut shells leads to a decrease in CO emissions compared to emissions from exhaust pipes without coconut shell activated carbon. The highest reduction efficiency, at 42.3%, was achieved when using coconut shell activated carbon at an activation temperature of 950°C. HC emissions also decreased when using coconut shell activated carbon. The highest reduction occurred when using coconut shell activated carbon with an activation temperature of 950°C, showing an 86.5% decrease compared to not using activated carbon. Therefore, it can be concluded that coconut shell activated carbon with an activation temperature of 950°C exhibits the most effective absorption compared to coconut shell carbon activated at temperatures of 750°C and 850°C.*

**Keywords:** emissions; activated carbon; Coconut Shell

## PENDAHULUAN

Kendaraan di Indonesia mengalami kenaikan setiap tahunnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan jumlah kendaraan bermotor pada akhir tahun 2021 sejumlah 143.797.227 unit, yang terdiri dari mobil

penumpang, bus, truck dan sepeda motor, jumlah tersebut meningkat dari 5,63% dari tahun sebelumnya. Sepeda motor menjadi penyumbang terbesar dari total populasi kendaraan bermotor, yaitu sebesar 84,29%. [1]. Peningkatan jumlah kendaraan berakibat pada kemacetan dan peningkatan kadar polusi udara. Bertambahnya jumlah

polusi udara secara terus menerus akan membahayakan bagi kehidupan manusia, dan juga lingkungan

Emisi yang keluar dari sebuah kendaraan mempunyai kandungan zat yang berbahaya, jika kondisi tersebut tidak diperhatikan dapat memperburuk kondisi lingkungan dan mengancam kesehatan manusia. Dalam residu pembakaran campuran bahan bakar dan udara, terdapat beberapa senyawa yang patut diperhatikan, seperti Hidrokarbon (HC), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NOx), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), dan Timbal (Pb). Hampir semua senyawa ini bersifat berbahaya apabila melebihi batas ambang emisi yang ditetapkan untuk udara. [2]. Gas buang kendaraan bermotor yang berbahaya diantaranya adalah CO (karbon monoksida) dan HC (Hidrokarbon) yang apabila terhirup oleh manusia dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan kematian [3]. Selain menghasilkan gas buang seperti CO, NOx, dan Partikulat Matter (PM) yang berbahaya bagi manusia, proses pembakaran juga menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang dianggap sebagai pemicu terjadinya pemanasan global [4].

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengurangi polusi udara yang berbahaya dari kendaraan, yaitu dengan membuat regulasi pembatasan kendaraan bermotor, penggunaan bahan bakar yang berkualitas, dan mengendalikan gas buang kendaraan yang keluar setelah proses pembakaran (*after treatment*). Metode *after treatment* merupakan salah satu metode untuk mengendalikan polusi udara dengan cara memberi perlakuan kepada gas buang hasil pembakaran yang keluar dari *exhaust valve*. Gas buang yang keluar dari pembakaran akan diberikan perlakuan tertentu sesuai dengan metode yang digunakan agar kandungan gas yang berbahaya menjadi berkurang.

Salah satu perlakuan terhadap gas buang yang berbahaya adalah dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah menempelnya suatu fluida (gas/cair) pada suatu padatan/cairan yang sering disebut dengan zat penyerap/adsorben [5]. *Adsorben* (zat penyerap) dapat berpotensi untuk menyerap gas buang berbahaya yang keluar dari mesin. Salah satu jenis adsorben yang dikenal mempunyai kemampuan baik dalam mengadsorpsi gas adalah karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung karbon, baik dari sumber nabati, hewani, maupun barang tambang [6]. Pembuatan karbon aktif umumnya melibatkan tiga tahapan utama: dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. [7].

Bahan nabati yang mempunyai nilai karbon tinggi salah satunya adalah tempurung kelapa, selain itu tempurung kelapa juga mempunyai kadar abu yang rendah, sehingga cocok untuk dijadikan sebagai karbon aktif [8]. Selain itu cangkang sawit dapat digunakan sebagai karbon aktif dan mempunyai karakteristik terbaik pada temperatur karbonisasi 500°C selama 2 jam dan

temperatur aktivasi 750°C selama 2 jam [9]. Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan beberapa tahapan proses, yaitu dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi [6]. Kualitas dari karbon aktif tergantung dari beberapa tahapan tersebut. Semakin besar pori-pori permukaan karbon aktif semakin tinggi daya serap terhadap bahan gas atau cair. Luas permukaan dan porositas dari karbon aktif tergantung dari proses aktivasi dan suhu karbonasi [10], [11], Arang aktif dengan aktivasi fisika diperoleh rendemen sebesar 86,7%, kadar abu 8,46%, kadar air 6,0%, kadar zat mudah menguap 37,12% dan daya serap iodium sebesar 755,32 mg/g. Sedangkan arang aktif dengan aktivasi kimia menghasilkan rendemen sebesar 63,7%, kadar abu 0,75%, kadar air 3,6%, kadar zat mudah menguap 35,06%, dan daya serap iodium sebesar 317,25 mg/g [12]

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas emisi gas buang kendaraan (CO dan HC) dengan dan tanpa karbon aktif tempurung kelapa, selain itu untuk mengetahui temperature yang optimal dalam mengaktivasi karbon aktif tempurung kelapa sebagai adsorben emisi gas buang.

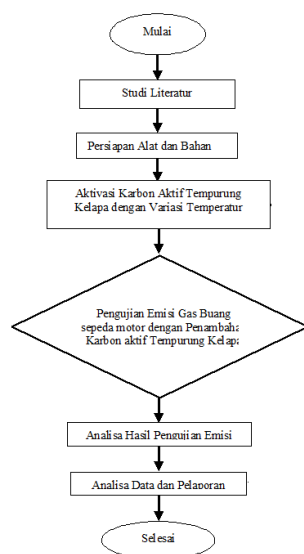
#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menguji tingkat keefektifan dari karbon aktif berbahan tempurung kelapa yang telah diaktifasi dalam mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor. Aktivasi terhadap karbon tempurung kelapa yang dilakukan yaitu dengan memvariasikan temperatur aktivasi 750 °C; 850 °C; dan 950 °C. Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti ditunjukkan diagram alur penelitian pada gambar 1.

**Commented [WU2]:** Kata kualitas, bias diganti kadar emisi gas buang kendaraan

**Commented [WU3]:** Kalimatnya bisa dibaca ulang,,Buat kalimat yang baik.

**Commented [WU4]:** Silahkan diperbaiki Metode Penelitiannya  
1. Jumlah bahan penelitian,,,blm ada dalam (gr).  
2. Holding time,,aktivasi material blm ada, cm ada suhu furnace yg digunakan  
3. Analisis karakteristik karbon aktif belum ada..semisal uji proksimat.  
4. Uji kadar karbon, seharusnya menggunakan standar UERO brp.,Sebagai acuan hasil uji gas emisi, bkn dari referensi jurnal...  
5. Ukuran cetakan dan berat sampel belum muncul.,  
6. Buatlah ringkasan dalam bentuk tabel, terkait variable penelitian,,supaya pembaca lebih mudah memahami



Gambar 1. Diagram Alur penelitian

Studi literatur membahas tentang hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dan perumusan kebaruan penelitian. Proses penyiapan alat dan bahan yang dilakukan adalah menyiapkan bahan tempurung kelapa untuk dijadikan arang. Selanjutnya peralatan yang digunakan adalah dapur tungku untuk mengkarbonkan dan mengaktivasi arang tempurung kelapa, peralatan lain yaitu alat uji emisi untuk menguji emisi *gasoline engine*. Proses aktivasi karbon tempurung kelapa dilakukan dengan memanaskan dalam tungku pemanas dengan variasi temperatur. Selanjutnya akan dilakukan analisis karakteristik dari karbon aktif tempurung kelapa. Pengujian gas buang kendaraan diawali dengan menyiapkan karbon aktif untuk dicetak dan diseting agar dapat masuk ke dalam knalpot. Setelah itu karbon tempurung kelapa yang telah diaktivasi dengan variasi temperatur, dimasukkan ke dalam knalpot dan diuji kemampuan dalam mengabsorpsi gas buang kendaraan bermotor dengan cara pengujian emisi. Analisa data dan pelaporan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan karbon aktif yang telah dibuat. Kemudian dilakukan perbandingan hasil dengan hasil penelitian sebelumnya dan beberapa artikel referensi.

Karbon aktif tempurung kelapa setelah dilakukan aktivasi dengan variasi temperatur, akan dicetak agar dapat dimasukkan di dalam knalpot dengan mudah dan tidak dalam bentuk serbuk. Kemudian gas buang yang melewati karbon aktif dan keluar dari knalpot akan diukur menggunakan alat gas analyzer untuk mengetahui kandungan emisi CO, HC, dan CO<sub>2</sub> yang terdapat pada gas

buang. Setiap sampel karbon aktif dengan variasi temperatur aktivasi akan diuji secara bergantian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan karbon aktif yang telah diaktivasi dengan variasi temperatur, dalam mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor. Teknis dalam pengambilan data emisi gas buang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada *experimental set up* pada gambar 2.



Gambar 2. *Experimental set up*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa

Tahapan awal kegiatan penelitian yang dilakukan adalah melakukan proses aktivasi arang karbon tempurung kelapa. Aktivasi karbon yang dilakukan adalah secara fisika, yaitu dengan cara memanaskan karbon arang tempurung kelapa dan penambahan zat activator. Hal ini dilakukan untuk merubah porositas dari karbon tempurung kelapa, dan melihat perbedaannya pada setiap perubahan temperature aktivasi.

Proses aktivasi karbon tempurung kelapa dilakukan dengan memasukkan dalam wadah besi yang dibuat khusus sebelum dipanaskan dengan mesin furnace. Hal ini bertujuan agar dalam proses aktivasi arang karbon tempurung kelapa tidak terbakar secara langsung dalam mesin *furnace*. Karbon dari tempurung kelapa juga dihitung berapa berat sebelum dilakukan pemanasan dan juga setelah pemanasan, sehingga diketahui berapa arang yang terbakar ketika proses aktivasi dengan variasi temperatur, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran berat arang tempurung kelapa

Pada proses aktivasi karbon tempurung kelapa, arang karbon yang telah ditimbang dan dimasukkan ke dalam wadah besi ditutup dengan rapat sebelum dimasukkan ke dalam furnace. Proses aktivasi di dalam furnace di set dengan 3 variasi temperature, yaitu 750°C, 850°C, dan 950°C, yang dilakukan secara bergantian dengan arang karbon yang juga berbeda. Proses pemanasan dilakukan

**Commented [WU5]:** Kalimatnya bias diganti...untuk bab metode penelitian, seharusnya sdh masuk ke metodemmtdk lg membahas studi literature.

selama 1 jam di dalam *furnace*, dan dengan pendinginan normal yaitu dibiarkan dingin dengan sendirinya, sehingga membutuhkan waktu selama 2 hari, untuk menunggu sampai arang karbon tempurung kelapa temperaturnya mencapai suhu ruangan

Arang karbon yang telah diaktifasi dengan temperatur 750°C, 850°C, 950°C kemudian dihancurkan sampai berbentuk serbuk. Setelah berbentuk serbuk, karbon aktif dari tempurung kelapa disaring dengan ayakan mesh 80, untuk memastikan agar ukuran serbuk seragam. Dari bentuk serbuk tersebut, karbon aktif dibentuk sesuai dengan ukuran yang ada di saluran knalpot. Ukuran dari karbon aktif menyesuaikan ukuran dari katalis pada knalpot, sehingga katalis yang ada pada knalpot akan dilepas dan digantikan dengan karbon aktif tempurung kelapa yang sudah dibentuk sesuai ukuran katalis seperti pada gambar 4. Karbon aktif yang telah dibentuk sesuai dengan ukuran katalis, dibuat sesuai dengan temperatur masing-masing, dan dalam pencampuran ditambahkan dengan zat perekat agar dapat dibentuk sesuai ukuran dan tidak menyebar terkena tekanan gas buang



Gambar 4. Knalpot dengan karbon aktif

#### Pengujian emisi kendaraan dengan karbon aktif tempurung kelapa

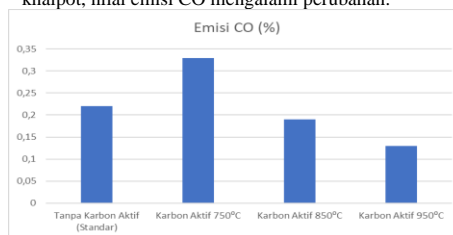
Pengambilan data emisi gas buang kendaraan dengan karbon aktif tempurung kelapa dilakukan pada kendaraan jenis sepeda motor, dengan jenis Honda Vario 125 tahun 2015 dengan sistem bahan bakar injeksi. Peralatan utama yang digunakan pada pengujian emisi adalah gas analyzer, dengan kondisi kendaraan pada saat pengujian adalah putaran stationer (*idle*). Pengujian emisi dilakukan untuk mengetahui kadar CO dan HC ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, yang akan dibandingkan dengan nilai emisi ketika tidak ada tambahan karbon aktif pada knalpot sepeda motor

##### a. Emisi Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Emisi karbon monoksida (CO) pada motor bakar dapat dikendalikan oleh rasio udara dan bahan bakar. Dalam mengendalikan emisi kendaraan, selain dengan memperbaiki kualitas pembakaran mesin, dapat juga dilakukan dengan memberikan perlakuan lanjut (*after treatment*) terhadap gas buang [13]. Penggunaan adsorben adalah satu pemberian perlakuan lanjut terhadap gas buang, yang mengembangkan reaksi kimia di dalam aliran gas buang. Pengambilan data emisi CO dilaksanakan sebanyak 3 kali pengulangan setiap sampel

karbon aktif tempurung kelapa. Berikut adalah hasil rata-rata 3 kali pengujian emisi CO dari sepeda motor dengan maupun tanpa karbon aktif tempurung kelapa.

Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, mempunyai pengaruh terhadap nilai emisi CO. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai CO sepeda motor ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon tempurung kelapa yang sudah diaktifasi. Hal ini terlihat apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pengujian CO yang diperoleh ketika menggunakan knalpot tanpa tambahan karbon aktif tempurung kelapa, yaitu sebesar 0,22 %. Dan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot, nilai emisi CO mengalami perubahan.



Gambar 5. Diagram Pengujian CO

Gambar 5. menunjukkan besarnya kadar CO yang terkandung dalam emisi gas buang yang dihasilkan pada setiap variasi temperature aktivasi karbon aktif tempurung kelapa. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot menghasilkan penurunan emisi CO tertinggi pada temperatur aktivasi 950°C dengan nilai rata-rata sebesar 0,13%. Apabila dibandingkan dengan hasil pengujian emisi CO pada knalpot standar tanpa penambahan karbon aktif, emisi CO mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 42,3% terhadap emisi knalpot standar. Sedangkan hasil emisi CO ketika menggunakan karbon aktif dengan temperatur aktivasi 750°C, kadar emisi CO mengalami peningkatan, yaitu sebesar 0,33%. Namun kenaikan nilai CO hanya terjadi pada temperature aktivasi 750°C, sedangkan pada variasi temperature aktivasi 850°C mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 15,2%

Dalam pengendalian emisi kendaraan, selain dengan memperbaiki kualitas pembakaran mesin, dapat juga dilakukan dengan memberikan perlakuan lanjut (*after treatment*) terhadap gas buang [13]. Penggunaan adsorben adalah satu pemberian perlakuan lanjut terhadap gas buang, yang mengembangkan reaksi kimia di dalam aliran gas buang. Penurunan emisi gas CO ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa, terjadi karena gas CO terperangkap dalam rongga atau pori-pori karbon aktif, semakin tinggi temperatur aktivasi maka menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin terbuka lebar[14].

##### b. Emisi Hidrokarbon (HC)

Emisi HC merupakan salah satu emisi gas buang yang berbahaya, dan dalam proses terbentuknya dipengaruhi oleh proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara dengan rasio tertentu. Emisi HC

**Commented [WU8]:** Seharusnya kontes isi bab hasil dan pembahasan ada,,uraian penulis dalam memaparkan hasil penelitiannya, bukan mengulang ke pendahuluan. Apa yang terjadi dari hasil penelitian, dibahas dan diperkuat dengan referensi dari jurnal atau sumber yg lain.

**Commented [WU9]:** Kalimat yang sebenarnya ada di pendahuluan, tdk perlu ada lagi di pembahasan,,tetapi membahas hasil, kenapa itu terjadi dan diperkuat dengan referensi dari penelitian terdahulu,,antara sebab akibat dari hasil penelitian.

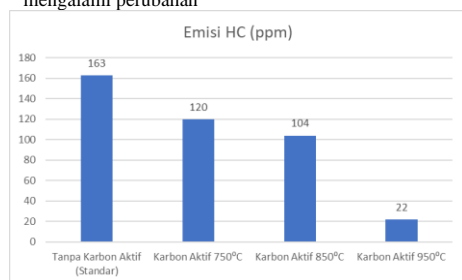
**Commented [WU6]:** Seharusnya ini masuk di bab Metode Penelitian,,bukan di Bab Hasil dan Pembahasan

**Commented [WU10]:** Seharusnya,,referensi yg lebih mendalam terkait sebab akibat adanya perubahan kadar, apa yg dibahas, maka dikuatkan pendapat penulis dengan jurnal penulis lainnya,

**Commented [WU7]:** Masuk dibab metode penelitian

berpengaruh terhadap efisiensi mesin, jika emisi HC pada proses pembakaran berkurang, maka dapat meningkatkan efisiensi mesin [15]. Pengambilan data emisi HC dilaksanakan sebanyak 3 kali pengulangan setiap sampel karbon aktif tempurung kelapa. Berikut adalah hasil rata-rata 3 kali pengujian emisi HC dari sepeda motor dengan maupun tanpa karbon aktif tempurung kelapa.

Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, mempunyai pengaruh terhadap nilai emisi HC. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai emisi HC sepeda motor ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon tempurung kelapa yang sudah diaktifasi. Hal ini terlihat pada nilai rata-rata pengujian HC yang diperoleh ketika menggunakan knalpot tanpa tambahan karbon aktif tempurung kelapa, yaitu sebesar 163 ppm. Dan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot, nilai emisi HC mengalami perubahan



Gambar 6. Diagram Pengujian HC

Hasil pengujian emisi HC pada gas buang kendaraan yang dihasilkan pada setiap variasi temperatur aktivasi karbon aktif, ditunjukkan pada gambar 6. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa menghasilkan penurunan emisi HC pada setiap variasi temperatur aktivasi karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan kadar emisi HC paling tinggi diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi temperature aktivasi 950°C, dengan nilai HC rata-rata sebesar 22 ppm. Apabila dibandingkan dengan emisi HC yang dihasilkan pada saat menggunakan knalpot tanpa karbon aktif, nilai emisi HC mengalami penurunan maksimum sebesar 86,5%. Pada semua penggunaan karbon aktif dengan variasi temperatur 750°C dan 850°C, hasil pengujian emisi HC juga menunjukkan penurunan kadar HC, yaitu sebesar 26,4% dan 36,2% jika dibandingkan dengan hasil pengujian emisi HC pada knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa

Penurunan emisi HC ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa, disebabkan karena dengan adanya karbon aktif tempurung kelapa emisi HC dapat teradsorpsi. Semakin tinggi temperature aktivasi dari karbon akan semakin memperluas rongga atau pori-pori karbon aktif. Sehingga ketika menggunakan knalpot yang ditambahkan dengan karbon tempurung kelapa yang telah diaktifasi dengan temperatur

yang semakin naik, nilai emisi HC mengalami penurunan. seperti yang dikemukakan oleh Febryanti [14] bahwa semakin tinggi temperatur aktivasi maka menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin terbuka lebar

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik UNNES yang telah memfasilitasi dan memberikan dana DIPA untuk melaksanakan penelitian ini, serta terima kasih kepada segenap civitas akademika Jurusan Teknik Mesin yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian.

#### PENUTUP

##### Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian, maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwa penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan penurunan nilai emisi CO jika dibandingkan dengan emisi CO yang dihasilkan dengan knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa. Dengan efisiensi penurunan paling tinggi sebesar 42,3% yang diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada temperature aktivasi 950°C. Nilai emisi HC mengalami penurunan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan tertinggi terjadi pada penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan temperature aktivasi 950°C yaitu sebesar 86,5% dibandingkan tanpa menggunakan karbon aktif. Karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C, mempunyai efektifitas penyerapan yang paling baik jika dibandingkan dengan karbon tempurung kelapa yang diaktifasi pada temperatur 750°C dan 850°C. Terlihat dari hasil penelitian menunjukkan nilai emisi CO dan HC mengalami prosentase penurunan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan tempurung pengaktifan karbon tempurung kelapa aktivasi yang lain.

#### Saran

Kemampuan adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa masih dilihat hanya emisi CO dan HC, perlu adanya pengujian hasil emisi NOx ketika menggunakan karbon aktif. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh bentuk karbon aktif di dalam knalpot terhadap kemampuan adsorpsi emisi gas buang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, *Statistik Indonesia (statistical yearbook of Indonesia) 2022*. Badan Pusat Statistik, 2022.
- [2] W. W. Pulkrabek, "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, 2013.
- [3] S. Machmud, "Analisis Pengaruh Tahun Perakitan Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan

Commented [WU11]: Referensi tidak mendukung pembahasan penulis,?

Commented [WU12]: Kesimpulan, untuk lebih ringkas, jelas dan padat.tdk ada pengulangan kata dalam satu kalimat.

- Bermotor,” *J. Mesin Nusant.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–29, 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i1.16038.
- [4] P. Lott and O. Deutschmann, “Lean-Burn Natural Gas Engines: Challenges and Concepts for an Efficient Exhaust Gas Aftertreatment System,” *Emiss. Control Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1007/s40825-020-00176-w.
- [5] A. Borhan, S. Thangamuthu, M. F. Taha, and A. N. Ramdan, “Development of activated carbon derived from banana peel for CO<sub>2</sub> removal,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1674, 2015, doi: 10.1063/1.4928819.
- [6] E. Kusdarini, A. Budianto, and D. Ghafarunnisa, “Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Kombinasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, Dan Termal,” *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.
- [7] K. Kinoshita, *Carbon: electrochemical and physicochemical properties*. John Wiley & Sons, 1988.
- [8] W. Widiyastuti, M. Fahrudin Rois, N. M. I. P. Suari, and H. Setyawan, “Activated carbon nanofibers derived from coconut shell charcoal for dye removal application,” *Adv. Powder Technol.*, vol. 31, no. 8, pp. 3267–3273, 2020, doi: 10.1016/j.apt.2020.06.012.
- [9] Ibrahim, A. Martin, and Nasruddin, “Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkag Sawit Dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave,” *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [10] K. Yang, J. Peng, C. Srinivasakannan, L. Zhang, H. Xia, and X. Duan, “Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 15, pp. 6163–6169, 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2010.03.001.
- [11] Y. Chen, L. J. Zhou, Y. Z. Hong, F. Cao, L. Li, and J. B. Li, “Preparation of high-surface-area activated carbon from coconut shell fibers,” *Xinxing Tan Cailiao/ New Carbon Mater.*, vol. 25, no. 2, pp. 151–155, 2010, doi: 10.1016/j.carbon.2010.03.059.
- [12] F. Aryani, “Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L),” *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 2, p. 16, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i2.44743.
- [13] S. Sanjaya and P. Kristanto, “Reduksi emisi gas buang pada motor bensin menggunakan serbuk tembaga dan batu apung,” *Tech. J.*, vol. 21, no. 5, pp. 1–7, 2018, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-mesin/article/view/6764>
- [14] A. Febryanti, A. W. Wahab, J. Kimia, J. Kimia, and U. H. Makassar, “Pemanfaatan karbon aktif sekam padi sebagai adsorben emisi gas buang pada sepeda motor 1,” pp. 107–117, 2013.
- [15] Y. Karagöz, T. Sandalci, L. Yüksek, and A. S. Dalkılıç, “Engine performance and emission effects of diesel burns enriched by hydrogen on different engine loads,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 40, no. 20, 2015, doi: 10.1016/j.ijhydene.2015.03.141.

---

**[JP] Editor Decision**

1 message

**Asroful Abidin** <jurnal@unmuhjember.ac.id>

Fri, Jul 26, 2024 at 8:22 AM

To: Angga Septiyanto <anggam@mail.unnes.ac.id>, Ahmad Roziqin <ar\_unnes@mail.unnes.ac.id>, Sudyono <sudyono.tmesin@mail.unnes.ac.id>, Ahmad Kholilur Rohman <ahmadkholil@students.unnes.ac.id>, Siti Fatimah <fatimah24@students.unnes.ac.id>

Angga Septiyanto, Ahmad Roziqin, Sudyono, Ahmad Kholilur Rohman, Siti Fatimah:

We have reached a decision regarding your submission to J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin, "Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan".

Our decision is to: Accept Submission

---

[J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin](#)



**D-Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan Revisi**

614K



## Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan

*(The Effectiveness of Activation Temperature of Coconut Shell Charcoal on the Quality of Vehicle Exhaust Gas Emissions)*

Angga Septiyanto<sup>1,a)</sup>, Ahmad Roziqin<sup>2)</sup>, Sudyono<sup>3)</sup>, Ahmad Kholilur Rohman<sup>4)</sup>, Siti Fatimah<sup>5)</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Afiliasi (Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Semarang)

<sup>3</sup>Afiliasi (Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang)

<sup>a)</sup>Corresponding author: [anggam@mail.unnes.ac.id](mailto:anggam@mail.unnes.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar emisi gas buang kendaraan ketika menggunakan arang tempurung kelapa dengan variasi temperatur aktivasi. Metode penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu, tahapan pertama yaitu pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan menggunakan temperatur 750 °C; 850 °C; dan 950 °C ketika proses aktivasi. Tahapan kedua yaitu melakukan pengujian emisi gas buang CO dan HC dengan menambahkan karbon aktif berbahan tempurung kelapa pada *exhaust pipe*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan penurunan nilai emisi CO jika dibandingkan dengan knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa. Efisiensi penurunan paling tinggi sebesar 42,3% yang diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada temperatur aktivasi 950°C. Emisi HC juga mengalami penurunan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan tertinggi terjadi pada penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C yaitu sebesar 86,5% dibandingkan tanpa menggunakan karbon aktif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C, mempunyai efektifitas penyerapan yang paling baik jika dibandingkan dengan karbon tempurung kelapa yang diaktifasi pada temperatur 750°C dan 850°C.

**Kata Kunci:** Emisi; Karbon aktif; Tempurung Kelapa

### Abstract

*The objective of this research is to determine vehicle exhaust emission levels when using coconut shell charcoal with variations in activation temperature. This research method was carried out in several stages, the first stage was making active carbon from coconut shells using a temperature of 750 °C; 850 °C; and 950 °C during the activation process. The second stage is testing CO and HC exhaust emissions by adding activated carbon made from coconut shells to the exhaust pipe. The research results indicate that the use of activated carbon from coconut shells leads to a decrease in CO emissions compared to emissions from exhaust pipes without coconut shell activated carbon. The highest reduction efficiency, at 42.3%, was achieved when using coconut shell activated carbon at an activation temperature of 950°C. HC emissions also decreased when using coconut shell activated carbon. The highest reduction occurred when using coconut shell activated carbon with an activation temperature of 950°C, showing an 86.5% decrease compared to not using activated carbon. Therefore, it can be concluded that coconut shell activated carbon with an activation temperature of 950°C exhibits the most effective absorption compared to coconut shell carbon activated at temperatures of 750°C and 850°C.*

**Keywords:** emissions; activated carbon; Coconut Shell



## PENDAHULUAN

Kendaraan di Indonesia mengalami kenaikan setiap tahunnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan jumlah kendaraan bermotor pada akhir tahun 2021 sejumlah 143.797.227 unit, yang terdiri dari mobil penumpang, bus, truck dan sepeda motor, jumlah tersebut meningkat dari 5,63% dari tahun sebelumnya. Sepeda motor menjadi penyumbang terbesar dari total populasi kendaraan bermotor, yaitu sebesar 84,29%. [1]. Peningkatan jumlah kendaraan berakibat pada kemacetan dan peningkatan kadar polusi udara. Bertambahnya jumlah polusi udara secara terus menerus akan membahayakan bagi kehidupan manusia, dan juga lingkungan

Emisi yang keluar dari sebuah kendaraan mempunyai kandungan zat yang berbahaya, jika kondisi tersebut tidak diperhatikan dapat memperburuk kondisi lingkungan dan mengancam kesehatan manusia. Dalam residu pembakaran campuran bahan bakar dan udara, terdapat beberapa senyawa yang patut diperhatikan, seperti Hidrokarbon (HC), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), dan Timbal (Pb). Hampir semua senyawa ini bersifat berbahaya apabila melebihi batas ambang emisi yang ditetapkan untuk udara. [2]. Gas buang kendaraan bermotor yang berbahaya diantaranya adalah CO (karbon monoksida) dan HC (Hidrokarbon) yang apabila terhirup oleh manusia dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan kematian [3]. Selain menghasilkan gas buang seperti CO, NO<sub>x</sub>, dan Partikulat Matter (PM) yang berbahaya bagi manusia, proses pembakaran juga menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang dianggap sebagai pemicu terjadinya pemanasan global [4].

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Emisi karbon monoksida (CO) pada motor bakar dapat dikendalikan oleh rasio udara dan bahan bakar. Dalam mengendalikan emisi kendaraan, selain dengan memperbaiki kualitas pembakaran mesin, dapat juga dilakukan dengan memberikan perlakuan lanjut (*after treatment*) terhadap gas buang [5]. Penggunaan adsorben adalah satu pemberian perlakuan lanjut terhadap gas buang, yang mengembangkan reaksi kimia di dalam aliran gas buang.

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengurangi polusi udara yang berbahaya dari kendaraan, yaitu dengan membuat regulasi pembatasan kendaraan bermotor, penggunaan bahan bakar yang berkualitas, dan mengendalikan gas buang kendaraan yang keluar setelah proses pembakaran (*after treatment*). Metode *after treatment* merupakan salah satu metode untuk mengendalikan polusi udara dengan cara memberi perlakuan kepada gas buang hasil pembakaran yang keluar dari *exhaust valve*. Gas buang yang keluar dari

pembakaran akan diberikan perlakuan tertentu sesuai dengan metode yang digunakan agar kandungan gas yang berbahaya menjadi berkurang.

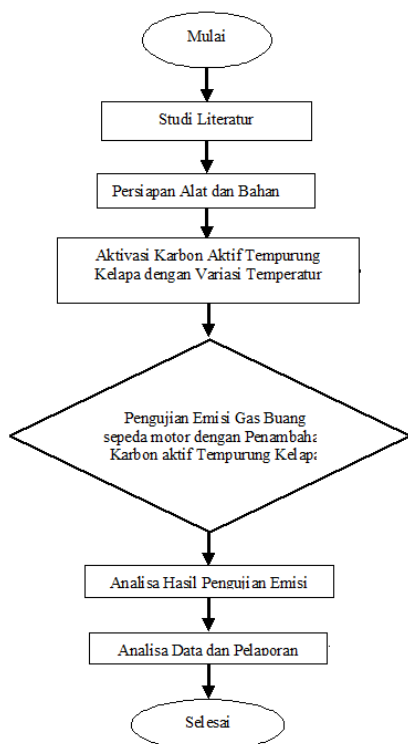
Salah satu perlakuan terhadap gas buang yang berbahaya adalah dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah menempelnya suatu fluida (gas/cair) pada suatu padatan/cairan yang sering disebut dengan zat penyerap/adsorben [6]. Adsorben (zat penyerap) dapat berpotensi untuk menyerap gas buang berbahaya yang keluar dari mesin. Salah satu jenis adsorben yang dikenal mempunyai kemampuan baik dalam mengadsorpsi gas adalah karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung karbon, baik dari sumber nabati, hewani, maupun barang tambang [7]. Pembuatan karbon aktif umumnya melibatkan tiga tahapan utama: dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. [8].

Bahan nabati yang mempunyai nilai karbon tinggi salah satunya adalah tempurung kelapa, selain itu tempurung kelapa juga mempunyai kadar abu yang rendah, sehingga cocok untuk dijadikan sebagai karbon aktif [9]. Selain itu cangkang sawit dapat digunakan sebagai karbon aktif dan mempunyai karakteristik terbaik pada temperatur karbonisasi 500°C selama 2 jam dan temperatur aktivasi 750°C selama 2 jam [10]. Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan beberapa tahapan proses, yaitu dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi [7]. Kualitas dari karbon aktif tergantung dari beberapa tahapan tersebut. Semakin besar pori-pori permukaan karbon aktif semakin tinggi daya serap terhadap bahan gas atau cair. Luas permukaan dan porositas dari karbon aktif tergantung dari proses aktivasi dan suhu karbonasi [11], [12]. Arang aktif dengan aktivasi fisika diperoleh rendemen sebesar 86,7%, kadar abu 8,46%, kadar air 6,0%, kadar zat mudah menguap 37,12% dan daya serap iodium sebesar 755,32 mg/g. Sedangkan arang aktif dengan aktivasi kimia menghasilkan rendemen sebesar 63,7%, kadar abu 0,75%, kadar air 3,6%, kadar zat mudah menguap 35,06%, dan daya serap iodium sebesar 317,25 mg/g [13]

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar emisi gas buang CO dan HC kendaraan ketika menggunakan arang tempurung kelapa dengan variasi temperatur aktivasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu dimulai dengan membuat karbon aktif dari tempurung kelapa dan dilanjutkan dengan pengujian emisi kendaraan yang ditambahkan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot. Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti ditunjukkan diagram alur penelitian pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur penelitian

Tahapan awal kegiatan penelitian yang dilakukan adalah melakukan proses aktivasi arang karbon tempurung kelapa. Aktivasi karbon yang dilakukan adalah secara fisika, yaitu dengan cara memanaskan karbon arang tempurung kelapa dan penambahan zat aktivator. Hal ini dilakukan untuk merubah porositas dari karbon tempurung kelapa, dan melihat perbedaannya pada setiap perubahan temperature aktivasi.

Proses aktivasi karbon tempurung kelapa dilakukan dengan memasukkan dalam wadah besi yang dibuat khusus sebelum dipanaskan dengan mesin furnace. Hal ini bertujuan agar dalam proses aktivasi arang karbon tempurung kelapa tidak terbakar secara langsung dalam mesin furnace. Karbon dari tempurung kelapa juga dihitung berapa berat sebelum dilakukan pemanasan dan juga setelah pemanasan, sehingga diketahui berapa arang yang terbakar ketika proses aktivasi dengan variasi temperature, berikut adalah tabel 1 yang menunjukkan variabel penelitian.

Tabel.1 Variabel penelitian

	Temperatur aktivasi	Waktu aktivasi	massa
<b>Perlakuan 1</b>	750°C	1 Jam	200 gr
<b>Perlakuan 2</b>	850°C	1 Jam	200 gr
<b>Perlakuan 3</b>	950°C	1 Jam	200 gr

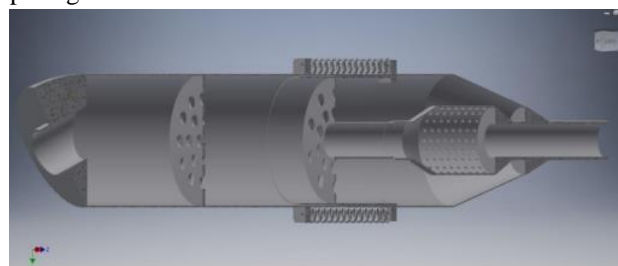
Pada proses aktivasi, arang karbon yang telah ditimbang dan dimasukkan ke dalam wadah besi ditutup dengan rapat sebelum dimasukkan ke dalam furnace. Proses aktivasi di dalam furnace diset dengan 3 variasi temperature, yaitu 750°C, 850°C, dan 950°C, yang

dilakukan secara bergantian dengan arang karbon yang juga berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Proses pemanasan dilakukan selama 1 jam di dalam furnace, dan dengan pendinginan normal yaitu dibiarkan dingin dengan sendirinya, temperaturnya mencapai suhu ruangan,



Gambar 4. Pengaturan temperature furnace

Arang karbon yang telah diaktivasi dengan temperatur 750°C, 850°C, 950°C kemudian dihancurkan sampai berbentuk serbuk. Setelah berbentuk serbuk, karbon aktif dari tempurung kelapa disaring dengan ayakan mesh 80, untuk memastikan agar ukuran serbuk seragam. Dari bentuk serbuk tersebut, karbon aktif dibentuk sesuai dengan ukuran yang ada di saluran knalpot. Ukuran dari karbon aktif menyesuaikan ukuran dari katalis pada knalpot, sehingga katalis yang ada pada knalpot akan dilepas dan digantikan dengan karbon aktif tempurung kelapa yang sudah dibentuk sesuai ukuran katalis seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Knalpot yang ditambahkan karbon aktif

Karbon aktif yang telah dibentuk sesuai dengan ukuran katalis, dibuat sesuai dengan temperatur masing-masing, dan dalam pencampuran ditambahkan dengan zat perekat agar dapat dibentuk sesuai ukuran dan tidak menyebar terkena tekanan gas buang. Terdapat tiga buah karbon aktif tempurung kelapa yang dicetak dengan temperature masing-masing 750°C, 850°C, dan 950°C. yang kemudian akan diuji satu per satu kemampuannya dalam mereduksi gas buang.



Gambar 5. Karbon aktif dalam katalis knalpot

Setiap sampel karbon aktif dengan variasi temperatur akan diuji secara bergantian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan karbon aktif dengan variasi temperatur, dalam mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor. Teknis dalam pengambilan data emisi gas buang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada *experimental set up* pada gambar 6.



Gambar 6. *Experimental set up*

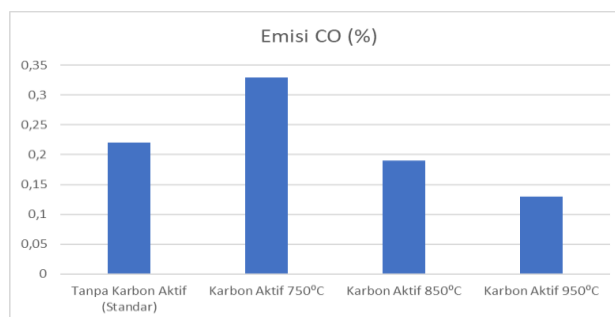
Pengambilan data emisi gas buang kendaraan dengan karbon aktif tempurung kelapa dilakukan pada kendaraan jenis sepeda motor, dengan jenis Honda Vario 125 tahun 2015 dengan sistem bahan bakar injeksi. Peralatan utama yang digunakan pada pengujian emisi adalah *gas analyzer*, dengan kondisi kendaraan pada saat pengujian adalah putaran stationer (*idle*). Pengujian emisi dilakukan untuk mengetahui kadar CO dan HC ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, yang akan dibandingkan dengan nilai emisi ketika tidak ada tambahan karbon aktif pada knalpot sepeda motor

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, mempunyai pengaruh terhadap nilai emisi CO. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai CO sepeda motor ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon tempurung kelapa yang sudah diaktifasi. Hal ini terlihat apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pengujian CO yang diperoleh ketika menggunakan knalpot tanpa tambahan karbon aktif tempurung kelapa, yaitu sebesar 0,22 %. Dan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot, nilai emisi CO mengalami perubahan, seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar emisi CO

	Kadar CO (%)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Tanpa Karbon Aktif	0,23	0,22	0,21	0,22
Karbon aktif 750°C	0,30	0,29	0,4	0,33
Karbon aktif 850°C	0,19	0,18	0,19	0,19
Karbon aktif 950°C	0,13	0,12	0,13	0,13



Gambar 7. Diagram Pengujian CO

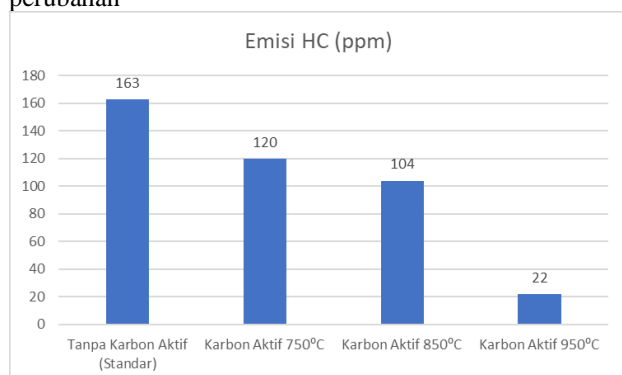
Gambar 7. menunjukkan besarnya kadar CO yang terkandung dalam emisi gas buang yang dihasilkan pada setiap variasi temperature aktivasi karbon aktif tempurung kelapa. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot menghasilkan penurunan emisi CO tertinggi pada temperatur aktivasi 950°C dengan nilai rata-rata sebesar 0,13%. Apabila dibandingkan dengan hasil pengujian emisi CO pada knalpot standar tanpa penambahan karbon aktif, emisi CO mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 42,3% terhadap emisi knalpot standar. Sedangkan hasil emisi CO ketika menggunakan karbon aktif dengan temperatur aktifasi 750°C, kadar emisi CO mengalami peningkatan, yaitu sebesar 0,33%. Namun kenaikan nilai CO hanya terjadi pada temperature aktifasi 750°C, sedangkan pada variasi temperature aktivasi 850°C mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 15,2%. Penurunan emisi gas CO ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa, terjadi karena gas CO terperangkap dalam rongga atau pori-pori karbon aktif, semakin tinggi temperatur aktifasi maka menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin terbuka lebar[14].

Emisi HC merupakan salah satu emisi gas buang yang berbahaya, dan dalam proses terbentuknya dipengaruhi oleh proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara dengan rasio tertentu. Emisi HC berpengaruh terhadap efisiensi mesin, jika emisi HC pada proses pembakaran berkurang, maka dapat meningkatkan efisiensi mesin [15]. Pengambilan data emisi HC dilaksanakan sebanyak 3 kali pengulangan setiap sampel karbon aktif tempurung kelapa. Tabel 3 menunjukkan hasil rata-rata 3 kali pengujian emisi HC dari sepeda motor dengan maupun tanpa karbon aktif tempurung kelapa.

Tabel 3. Hasil pengujian kadar emisi HC

	Kadar HC (ppm)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Tanpa Karbon Aktif	145	129	215	163
Karbon aktif 750°C	102	110	148	120
Karbon aktif 850°C	109	107	97	104
Karbon aktif 950°C	23	25	18	22

Penambahan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot sepeda motor, mempunyai pengaruh terhadap nilai emisi HC. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai emisi HC sepeda motor ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon tempurung kelapa yang sudah diaktifasi. Hal ini terlihat pada nilai rata-rata pengujian HC yang diperoleh ketika menggunakan knalpot tanpa tambahan karbon aktif tempurung kelapa, yaitu sebesar 163 ppm. Dan ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot, nilai emisi HC mengalami perubahan



Gambar 8. Diagram Pengujian HC

Hasil pengujian emisi HC pada gas buang kendaraan yang dihasilkan pada setiap variasi temperatur aktivasi karbon aktif, ditunjukkan pada gambar 8. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa menghasilkan penurunan emisi HC pada setiap variasi temperatur aktivasi karbon aktif tempurung kelapa. Penurunan kadar emisi HC paling tinggi diperoleh ketika menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi temperatur aktivasi 950°C, dengan nilai HC rata-rata sebesar 22 ppm. Apabila dibandingkan dengan emisi HC yang dihasilkan pada saat menggunakan knalpot tanpa karbon aktif, nilai emisi HC mengalami penurunan maksimum sebesar 86,5%. Pada semua penggunaan karbon aktif dengan variasi temperatur 750°C dan 850°C, hasil pengujian emisi HC juga menunjukkan penurunan kadar HC, yaitu sebesar 26,4% dan 36,2% jika dibandingkan dengan hasil pengujian emisi HC pada knalpot tanpa karbon aktif tempurung kelapa

Penurunan emisi HC ketika menggunakan knalpot dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa,

disebabkan karena dengan adanya karbon aktif tempurung kelapa emisi HC dapat teradsorpsi. Semakin tinggi temperature aktivasi dari karbon akan semakin memperluas rongga atau pori-pori karbon aktif [14]. Sehingga ketika menggunakan knalpot yang ditambahkan dengan karbon tempurung kelapa yang telah diaktifasi dengan temperatur yang semakin naik, nilai emisi HC juga mengalami penurunan.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik UNNES yang telah memfasilitasi dan memberikan dana DIPA untuk melaksanakan penelitian ini, serta terima kasih kepada segenap civitas akademika Jurusan Teknik Mesin yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian.

### PENUTUP

#### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan temperatur aktivasi 950°C pada knalpot mempunyai efektifitas yang paling baik dalam mereduksi kadar emisi CO dan HC. Terlihat dari hasil penelitian menunjukkan nilai emisi CO dan HC mengalami prosentase penurunan yang paling tinggi masing-masing sebesar 42,23 % dan 86,5%..

#### Saran

Kemampuan adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa masih dilihat hanya emisi CO dan HC, perlu adanya pengujian hasil emisi NO<sub>x</sub> ketika menggunakan karbon aktif. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh bentuk karbon aktif di dalam knalpot terhadap kemampuan adsorpsi emisi gas buang.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, *Statistik Indonesia (statistical yearbook of Indonesia) 2022*. Badan Pusat Statistik, 2022.
- [2] W. W. Pulkrabek, "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, 2013.
- [3] S. Machmud, "Analisis Pengaruh Tahun Perakitan Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Mesin Nusant.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–29, 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i1.16038.
- [4] P. Lott and O. Deutschmann, "Lean-Burn Natural Gas Engines: Challenges and Concepts for an Efficient Exhaust Gas Aftertreatment System," *Emiss. Control Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1007/s40825-020-00176-w.
- [5] S. Sanjaya and P. Kristanto, "Reduksi emisi gas buang pada motor bensin menggunakan serbuk

- tembaga dan batu apung,” *Tech. J.*, vol. 21, no. 5, pp. 1–7, 2018, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-mesin/article/view/6764> 10.1016/j.ijhydene.2015.03.141.
- [6] A. Borhan, S. Thangamuthu, M. F. Taha, and A. N. Ramdan, “Development of activated carbon derived from banana peel for CO<sub>2</sub> removal,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1674, 2015, doi: 10.1063/1.4928819.
- [7] E. Kusdarini, A. Budianto, and D. Ghafarunnisa, “Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Kombinasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, Dan Termal,” *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.
- [8] K. Kinoshita, *Carbon: electrochemical and physicochemical properties*. John Wiley & Sons, 1988.
- [9] W. Widiyastuti, M. Fahrudin Rois, N. M. I. P. Suari, and H. Setyawan, “Activated carbon nanofibers derived from coconut shell charcoal for dye removal application,” *Adv. Powder Technol.*, vol. 31, no. 8, pp. 3267–3273, 2020, doi: 10.1016/j.apt.2020.06.012.
- [10] Ibrahim, A. Martin, and Nasruddin, “Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkag Sawit Dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave,” *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [11] K. Yang, J. Peng, C. Srinivasakannan, L. Zhang, H. Xia, and X. Duan, “Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 15, pp. 6163–6169, 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2010.03.001.
- [12] Y. Chen, L. J. Zhou, Y. Z. Hong, F. Cao, L. Li, and J. B. Li, “Preparation of high-surface-area activated carbon from coconut shell fibers,” *Xinxing Tan Cailiao/New Carbon Mater.*, vol. 25, no. 2, pp. 151–155, 2010, doi: 10.1016/j.carbon.2010.03.059.
- [13] F. Aryani, “Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L),” *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 2, p. 16, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i2.44743.
- [14] A. Febryanti, A. W. Wahab, J. Kimia, J. Kimia, and U. H. Makassar, “Pemanfaatan karbon aktif sekam padi sebagai adsorben emisi gas buang pada sepeda motor 1,” pp. 107–117, 2013.
- [15] Y. Karagöz, T. Sandalci, L. Yüksek, and A. S. Dalkiliç, “Engine performance and emission effects of diesel burns enriched by hydrogen on different engine loads,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 40, no. 20, 2015, doi:



ANGGA SEPTIYANTO <anggatm@mail.unnes.ac.id>

## Bukti Pembayaran J-proteksion

1 message

Google Forms <forms-receipts-noreply@google.com>  
To: anggatm@mail.unnes.ac.id

Mon, Jul 29, 2024 at 5:42 AM

Thanks for filling out [Bukti Pembayaran J-proteksion](#)

Here's what was received.

## Bukti Pembayaran J-proteksion

Email \*

[anggatm@mail.unnes.ac.id](mailto:anggatm@mail.unnes.ac.id)

NAMA \*

Angga Septiyanto

BUKTI PEMBAYARAN \*

Submitted files



Bukti pembayaran artikel - ANGGA SEPTIYANTO.jpeg

Create your own Google Form

Report Abuse

DISCLAIMER

-----  
This email may contain confidential or copyrighted information of UNNES. If you are not the intended recipient, please do not use or share this email. If received in error, please notify the sender and delete it. Check for viruses; UNNES is not liable for virus-related damages.  
-----

---

**[JP] Editor Decision**

1 message

**Asroful Abidin** <jurnal@unmuhjember.ac.id>

Fri, Aug 23, 2024 at 9:46 AM

To: Angga Septiyanto <anggam@mail.unnes.ac.id>, Ahmad Roziqin <ar\_unnes@mail.unnes.ac.id>, Sudyono <sudyono.tmesin@mail.unnes.ac.id>, Ahmad Kholilur Rohman <ahmadkholil@students.unnes.ac.id>, Siti Fatimah <fatimah24@students.unnes.ac.id>

Angga Septiyanto, Ahmad Roziqin, Sudyono, Ahmad Kholilur Rohman, Siti Fatimah:

The editing of your submission, "Efektifitas Temperatur Aktivasi Arang Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Emisi Gas Buang Kendaraan," is complete. We are now sending it to production.

Submission URL: <http://ejurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Protksion/authorDashboard/submission/1675>

---

J-Protksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin